

BIOETANOL FUEL GRADE DARI TALAS (*Colocasia Esculenta*)

Endah Retno D¹, Enny Kriswiyanti A¹ dan Adrian Nur¹,

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.:36A, Surakarta 57126, telp./Fax : 0271-632112
Email : endah_rd@yahoo.com

Abstract : *Fuel grade bioethanol preparation from talas (Colocasia esculenta L.) flour needs some steps. First, polysaccharide in talas flour is converted to monosaccharide (glucose) in hydrolysis process. The next step is fermentation that glucose is converted to ethanol by Saccharomyces cereviceae yeast. The final of steps is distillation and adsorption methods that ethanol is concentrated and dried to get min 99 % ethanol. The objectives of the researches using talas flour as source of alternative energy are to increase economic value of talas and to decrease using fossil energy. The aims of this research were to find the effect of α -amilase and glucoamilase concentrate to glucose results in hydrolyze reaction, to find the optimum condition of fermentation using Saccharomyces cereviceae yeast, and to study ethanol purification in distillation and adsorption method with CaO. Hydrolysis was carried out in three necked bottle with mantle heater equipped stirrer and reflux condenser. Fermentation process was done with simple fermentation. Purification of ethanol was done with distillation method that used packed column and reflux condenser and adsorption method that used CaO as adsorbent and column filled. The result of this research was every 1 L ethanol that was 99.4 % concentrate ethanol needs 8.7 kg talas, 3 g α -amilase and 8 g glucoamilase, and 4.4 g dried Saccharomyces cerevisiae yeast. The cost of preparation ethanol was Rp 6,625.00/L.*

Keywords : *bioethanol, Saccharomyces cereviceae, talas flour*

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar minyak bumi (BBM) di berbagai negara akhir-akhir ini mengalami peningkatan tajam. Untuk mengantisipasi krisis bahan bakar minyak bumi (BBM) pada masa yang akan datang. Saat ini telah berkembang pemanfaatan etanol sebagai bahan bakar alternatif, contohnya pembuatan bioetanol untuk gasohol (campuran gasolin dan alkohol). Bioetanol merupakan etanol yang berasal dari sumber hayati, misalnya tebu, ubi kayu, garut, jerami, dan bonggol jagung. Bahan baku pembuatan bioetanol terdiri dari bahan-bahan yang mengandung karbohidrat, glukosa dan selulosa.

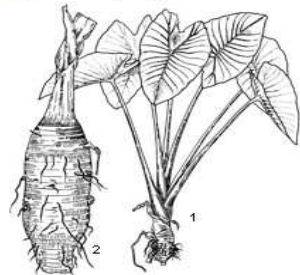
Pemanfaatan talas sebagai bahan pangan telah dikenal secara luas. Di Indonesia, talas sebagai bahan makanan cukup populer dan produksinya cukup tinggi terutama di daerah Papua dan Jawa (Bogor, Sumedang dan Malang) yang merupakan sentra-sentra produksi talas. Pengolahan talas saat ini kebanyakan memanfaatkan umbi segar yang dijadikan berbagai hasil olahan, diantaranya yang paling populer adalah keripik talas. Produk olahan umbi talas dengan bahan baku tepung talas masih terbatas karena tepung talas belum banyak tersedia di pasaran. Penggunaan pati sebagai bahan baku industri sangat luas diantaranya pada industri makanan, tekstil, kosmetika, bioetanol dan lain-

lain. Penepungan talas juga diharapkan dapat menghindari kerugian akibat tidak terserapnya umbi segar talas di pasar ketika produksi panen berlebih.

Komposisi pati pada umumnya terdiri dari amilopektin sebagai bagian terbesar dan sisanya amilosa. Adanya informasi mengenai komposisi pati diharapkan dapat menjadi data pendukung dalam menentukan jenis produk yang akan dibuat dari pati atau tepung talas. Penelitian pada 71 sampel umbi talas yang diambil dari negara Fiji, Samoa Barat dan Kepulauan Solomon, diperoleh kadar pati rata-rata sebesar 24,5% dan serat sebesar 1,46% (Bradbury & Holloway 1988). Talas mempunyai variasi yang besar baik karakter morfologi seperti umbi, daun dan pembungaan serta kimiawi seperti rasa, aroma dan lain-lain.

Tanaman talas bentul (*Colocasia esculenta* L.) mempunyai nama lain, diantaranya nama Inggris yaitu taro, old cocoyam, dasheen, eddoe. Nama Prancis adalah taro. Dan di Indonesia dikenal dengan nama bentul, talas, keladi.

Talas dapat menerima batasan lingkungan yang besar dan sistem manajemen. Tanaman ini tumbuh dengan baik di tanah yang basah. Temperatur 25–30 °C dan kelembaban yang tinggi memperbaiki pertumbuhan. Talas tumbuh dari ketinggian 1200 m dpl di Malaysia, di Filipina 1800, dan

 P. Verheij-Hayes

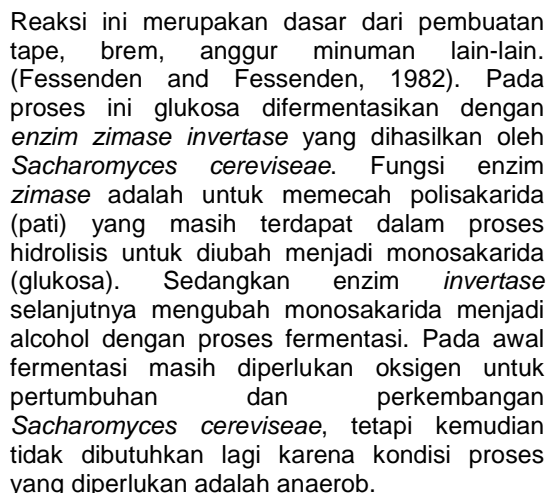
Pemanfaatan utama dari talas adalah sebagai tanaman pangan. Ketika dimasak, subang, anak subang, geragih, helaian daun dan tangkainya dapat di makan. Daunnya digunakan untuk membungkus masakan yang dikukus. Beberapa dikultivasi sebagai tanaman hias. (Lemmens, R.H.M.J. and Bunyapraphatsara, N.,2003)

Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Pada reaksi hidrolisa pati dengan air, air akan menyerang pati pada ikatan 1-4 α -glukosida menghasilkan dextrin, sirup atau glukosa tergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida dalam pati. Reaksinya merupakan reaksi order satu jika digunakan air yang berlebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan. Reaksi antara air dan pati ini berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator ini bisa berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Dalam industri umumnya digunakan asam klorida sebagai katalisator. Pemilihan ini didasarkan bahwa garam yang terbentuk setelah penetralan hasil merupakan garam yang tidak berbahaya yaitu garam dapur. Faktor – faktor yang berpengaruh pada reaksi hidrolisa pati adalah ; suhu reaksi, waktu reaksi, pencampuran pereaksi, konsentrasi katalisator, dan kadar suspensi.

Pati $\xrightarrow{\text{hidrolisis}}$ Glukosa $\xrightarrow{\text{fermentasi}}$ Alkohol

$$\begin{array}{ccc} (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n \text{ H}_2\text{O} & \xrightarrow{\text{Hidrolisis}} & n (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \\ \text{polisakarida} & & \text{Glukosa} \end{array}$$

Fermentasi oleh yeast, misalnya *Sacharomyces cereviseae* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO₂ melalui reaksi sebagai berikut:



EKUILIBRIUM Vol. 8. No. 1. Januari 2009 : 1–6

mempermudah difusi oksigen ke dalam medium sehingga kontak antara dan inokulum makin banyak dan homogen. (Departemen Teknik Kimia ITB, 2006)

Distilasi merupakan metode operasi yang digunakan pada proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan panas sebagai tenaga pemisah berdasarkan titik didih masing-masing komponen. (Brown, 1987)

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah tepung talas, enzim alpha amylase (bacillus lichenormis-Liquozyme by novozyme), enzim glucoamylase (aspergillus niger-Dextrozyme by novozyme), natrium hidroksida (NaOH), *Sacharomyces cereviseae*. Alat utama yang digunakan reaktor hidrolisis adalah fermentor sederhana (yang dilengkapi dengan selang pengambilan sampel dan selang pengeluaran CO₂) dan kolom distilasi dengan bahan isian dan kolom adsorpsi.

Cara penelitian

Umbi Talas terlebih dahulu dibuat tepung dengan cara menghaluskan Talas menggunakan gilingan kemudian dikeringkan dengan bantuan sinar matahari sampai menjadi tepung Talas. Tepung Talas kering selanjutnya digunakan pada reaksi hidrolisa dengan katalis enzim alpha amylase pada pH 6.9 suhu 80°C dan katalis enzim Glucoamylase pada pH 4.8 suhu 55 °C untuk menghasilkan glukosa.

Glukosa yang didapatkan dari hidrolisa pati Talas difermentasi menggunakan fermentor sederhana. Sebelum fermentasi dilakukan sterilisasi alat dan sterilisasi media menggunakan autoclave. pH glukosa diatur dengan penambahan larutan NaOH sesuai variabel kemudian diambil masing-masing 50 ml sebagai starter. Starter ditambahkan nutrisi urea 10 gram dan yeast *Sacharomyces cereviseae* dengan konsentrasi 10 gr/L media. Starter dimasukkan kedalam 500 ml media yang berada dalam erlenmeyer yang dilengkapi dengan selang pengambilan sampel dan selang pengeluaran CO₂. Setelah 4 hari proses fermentasi dihentikan dan dilanjutkan dengan distilasi pada suhu 80°C untuk memurnikan etanol selanjutnya dikeringkan dengan metode adsorpsi menggunakan ads.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap bahan baku tepung talas hasil analisa adalah :

- Kadar pati = 66.8 %
- Kadar air = 7.2 %

Pada proses hidrolisa menggunakan katalis enzim dengan kadar tepung yang digunakan 10% dan 15%. Konsentrasi katalis yang dipakai α-amilase 1 ml/liter, suhu 80 °C dan glucoamylase 2, 4, 6, 8 ml/liter dengan suhu reaksi 55 °C. Didapat kan Data hasil penelitian sebagai berikut :

Tabel 1. Data variabel glucoamilase pada tepung 10% w/v

Waktu (menit)	2 ml/liter		4 ml/liter		6 ml/liter		8 ml/liter	
	kadar (gr/l)	yield (%)	kadar (gr/l)	Yield (%)	Kadar (gr/l)	yield (%)	kadar (gr/l)	yield (%)
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	5,1247	5,1247	5,4204	5,4204	6,2642	6,2642	5,4681	5,4681
60	5,5055	5,5055	4,5629	4,5629	5,6356	5,6356	5,5774	5,5774
90	6,1832	6,1832	4,8815	4,8815	5,7895	5,7895	6,4289	6,4289
120	5,4761	5,4761	5,0665	5,0665	4,8840	4,8840	6,6969	6,6969
180	13,7911	13,7911	15,3309	15,3309	15,9970	15,9970	18,1826	18,1826
240	21,7307	21,7307	24,8519	24,8519	26,1826	26,1826	30,0194	30,0194
300	29,7151	29,7151	35,7307	35,7307	37,9102	37,9102	42,4725	42,4725
360	29,6755	29,6755	40,0902	40,0902	46,0786	46,0786	60,6475	60,6475
420	46,2536	46,2536	56,2203	56,2203	59,9484	59,9484	70,2335	70,2335

Tabel 2. Data variabel glukamilase pada tepung 15% w/v

Waktu (menit)	2 ml/liter		4 ml/liter		6 ml/liter		8 ml/liter	
	kadar (gr/l)	yield (%)	kadar (gr/l)	yield (%)	Kadar (gr/l)	yield (%)	kadar (gr/l)	yield (%)
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	7,3662	4,9108	6,6827	4,4551	6,1720	4,1147	6,1720	4,1147
60	7,2987	4,8658	7,6997	5,1331	7,2268	4,8179	7,2268	4,8179
90	7,8343	5,2229	6,9137	4,6092	6,8339	4,5560	7,1369	4,7579
120	8,3750	5,5833	7,7947	5,1965	7,0876	4,7251	7,5626	5,0417
180	19,1483	12,7655	18,8659	12,5773	19,1267	12,7512	21,9956	14,6637
240	24,1523	16,1015	31,1533	20,7688	31,2161	20,8108	35,1730	23,4487
300	37,8098	25,2065	40,1590	26,7726	41,0550	27,3700	52,5849	35,0566
360	45,0528	30,0352	52,2760	34,8507	54,7607	36,5071	64,7776	43,1851
420	54,9098	36,6065	63,8337	42,5558	66,4817	44,3211	81,2740	54,1826

Tabel 3. Data Pengaruh Berat Adsorben Pada Konsentrasi Etanol

No	Bahan	Suhu °C	Berat Bahan Gram	ρ Air Pada Suhu Analisa Kg/M ³	Vol Pikno ml	Kadar Etanol Awal %	Kadar Etanol %
1	AIR	30	10.515	0.995647	10.5610		
2	AIR		10.494	0.995647	10.5399		
3	AIR		10.631	0.995647	10.6775		
4	CaO (I)	30	8.291	0.785060	10.5610	95	98.4107
5	CaO (I)		8.258	0.783500	10.5399	95	99.8959
6	CaO (I)		8.408	0.787452	10.6775	95	97.2060
7	CaO (I)	30	8.290	0.784966	10.5610	89	98.3793
8	CaO (I)		8.270	0.784639	10.5399	89	98.2712
9	CaO (I)		8.361	0.783050	10.6775	89	99.7492

Dari proses hidrolisa enzimatis di atas didapat kesimpulan data terbaik kadar tepung 15 %, dengan konsentrasi katalis enzim alpha amylase 1 ml/ liter dan katalis glukamilase 8 ml/liter. Untuk proses fermentasi dengan kadar glukosa awal 4,81 % dengan volume medium 500 ml didapatkan konversi 95.86 %. Pada proses distilasi dengan suhu uap 78 – 80 °C dengan refluks 3 kali didapatkan kadar etanol pertama 29.4 % dilanjutkan distilasi kedua sehingga didapatkan kadar etanol 95 %. Proses Adsorpsi kadar etanol awal 90 % dan volume larutan 300 ml, menggunakan adsorben CaO sebesar 100 gr didapatkan volume kondensat 225 ml dengan kadar etanol akhir 99.4 %. Berikut adalah data pengaruh berat adsorben pada konsentrasi etanol.

Pada proses hidrolisa, pada kadar enzim yang sama, semakin besar kadar pati akan semakin besar kadar glukosanya, sampai dengan batas maksimum dan setelah itu

kenaikan kadar pati hanya sedikit menambah kadar glukosa. Variabel kadar tepung yang digunakan adalah 10% dan 15%. Di atas 15% larutan terlalu pekat dan di bawah 5% larutan terlalu encer sehingga proses tidak maksimal. Kadar tepung optimum berdasar hasil glukosa yang diperoleh adalah 15 %. Pada kadar tepung yang sama, semakin besar kadar enzim glukamilase yang ditambahkan akan semakin besar kadar glukosanya. Setelah mencapai optimum, kadar glukosa cenderung tetap. Hal ini disebabkan telah terjadi kesetimbangan reaksi antara substrat dengan enzim. Kadar enzim glukamilase terbaik berdasar kadar glukosa yang dihasilkan adalah 8 ml/liter. Pada proses fermentasi diperlukan waktu \pm 24 jam untuk menghasilkan etanol optimum yang ditandai dengan kadar glukosa yang mendekati nol. Karena mikroba hidup dan berkembang pada kondisi tertentu dan spesifik, maka perlu pengkondisian, seperti pH, suhu, kadar media,

yeast dan nutrisi agar didapatkan etanol maksimum. Distilasi dilakukan pada suhu didih etanol yaitu 78 – 80 °C. Larutan hasil fermentasi diupayakan agar tidak menguap pada saat dan sebelum distilasi yang dapat mengurangi kandungan etanol. Kadar glukosa yang lebih besar mampu menghasilkan kadar etanol yang lebih besar. Kadar maksimum etanol hasil distilasi adalah 95% karena sifatnya yang azeotrop, sehingga perlu tambahan proses untuk menjadikan kadar etanol lebih tinggi. Adsorpsi dilakukan setelah proses distilasi karena difungsikan untuk menyerap air (H₂O) dalam etanol sehingga kadar >99 % sesuai kemampuan distilasi. Adsorben berupa batu gamping (CaO), dari proses ini didapatkan kadar etanol (99.4 %).

Rekomendasi pada pembuatan tepung talas dari umbi segar Talas (*Colocasia Esculenta*) didapatkan yield sebesar 60 %, sehingga untuk membuat 1 kg tepung dibutuhkan umbi talas 1.67 kg. Pada reaksi pembuatan *etanol fuel grade* dari tepung Talas (*Colocasia Esculenta*) melalui tahap proses hidrolisa dengan katalis enzim (Liquozyme ± 3 gram dan Dextrozyme ± 8 gram) dengan proses fermentasi menggunakan yeast (*saccharomyces cerevisiae*) 4.4 x 10⁻³ Kg serta proses pemurnian dengan distilasi menggunakan 2 tahap, pada tahap 1 didapat kadar etanol 29.5 % dan tahap 2 kadar etanol 95 %. Selanjutnya proses pengeringan (adsorpsi) dengan batu gamping (CaO) sebesar 300 gram.

Hasil didapatkan **8.7 kg** tepung dapat menghasilkan etanol sebesar **1006 ml**. Biaya yang dibutuhkan pada pembuatan *etanol fuel grade* dari tepung Talas (*Colocasia Esculenta*) dengan kadar 99.4 %, sebesar Rp. 6,625,00/ Liter (enam ribu enam ratus dua puluh lima per liter)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa fermentasi menggunakan yeast *Sacharomyces cerevisiae* pada glukosa hasil hidrolisa pati Talas terbaik dilakukan pada pH 4.5 dan konsentrasi starter 12 gr/L media.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Daerah Jawa Tengah melalui Badan Penelitian dan Pengembangan yang telah membiayai penelitian ini melalui program Riset Unggulan Daerah 2008. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Tim Bioetanol UNS yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, I. B., Warnijati, S. dan Pudjianto, B., "Hidrolisis Pati dari ketela Rambat pada suhu Lebih Dari 100 °C", Forum teknik, 115-129.
- Astawan, M. dan M.W. Astawan, (1991), "Teknologi Pengolahan Pangan Nabati Tepat Guna", 1st ed., Bogor, Akademika Pressindo, hal. 22-24, 42-46.
- Brown, G.G., 1987, "*Unit Operations*", John Wiley and Sons Inc, New York
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, et al., (1985), "Ilmu Pangan" (terjemahan), Jakarta, Universitas Indonesia, hal. 104-107.
- Budiyanto, A.K., (2002), "Mikrobiologi Terapan", Malang, Universitas Muhammadiyah, hal. 65-66.
- Departemen Teknik Kimia ITB, 2006, "*Panduan Pelaksanaan Laboratorium Instruksional I/II*", ITB Pers, Bandung
- Desrosier, N.W. dan J.N. Desrosier, (1997), "*The Technology of Food Preservation*", 4th ed., USA, The AVI Publishing Company, Inc., hal. 317-320.
- Direktorat Gizi DEPKES RI, (1979), "Daftar Komposisi Bahan Makanan", Jakarta, Bhaktara Karya Aksara.
- Ferguson, A. R. B., 2003, Implications of the USDA 2002 update on ethanol from corn: The Optimum Population Trust, Manchester, U.K., p. 11–15.
- Ferguson, A. R. B., 2004, Further implications concerning ethanol from corn: Draft manuscript for the Optimum Population Trust.
- Fessenden and Fessenden, 1982, "*Kimia Organik*", Erlangga, Jakarta.
- Frazier, W.C., (1974), "*Food Microbiology*", 2nd ed., New Delhi, Tata McGraw-Hill Publishing Co., Ltd., hal. 394-402.
- Hodge, C., 2002, Ethanol use in US gasoline should be banned, not expanded: Oil & Gas Jour., September 9, p. 20–30.
- Kassel, P., and Tidman, M., 1999, Ag lime impact on yield in several tillage systems, integrated crop management: Dept. Entomology, Iowa State Univ., Ames, Iowa.
- Stauffer, MD.; Chubey, B.B.; Dorrell, D.G. Jerusalem Artichoke. A publication of Agriculture Canada, Research Station, P. O. Box 3001, Morden, Manitoba, ROG 1J0, Canada. 1975.
- Tjokroadikoesoemo, S.P., dkk, 1993, "HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya", PT. Gramedia Pustaka, Utara, Jakarta.
- Wanto dan A. Soebagyo, (1980), "Dasar-dasar Mikrobiologi Indonesia", Jakarta,

Departemen Pendidikan dan
Kebudayaan, Direktorat Pendidikan
Menengah Kejuruan, hal. 163.